

Ville Viitasalo

LÄHIVERKON SUUNNITTELU SAMKIN  
ENERGIALABORATORIOON

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
2017

# LÄHIVERKON SUUNNITTELU SAMKIN ENERGIALABORATORIOON

Viitasalo, Ville  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2017  
Ohjaaja: Ylinen, Marko  
Sivumäärä: 31  
Liitteitä: 3

Asiasanat: sähkösuunnittelu, lähiverkko, yleiskaapelointi

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on lähiverkkosuunnittelu, Porin keskustaan valmistuvalle uudelle Satakunnan Ammattikorkeakoululle ja tarkemmin siellä sijaitsevalle energialaboratoriolle. Työn tarkoitus oli suunnitella lähiverkko ja perehtyä yleiskaapeloinnin sisältöön ja toteutukseen. Työ keskittyy pääosin laboratorion lähiverkon toteutukseen, sisältäen myös asennus- ja tarkastusvaiheisiin liittyviä aiheita. Opinnäytetyössä käydään myös läpi tietoliikenneverkon perusasioita, UPS-järjestelmää ja erityistä huomiota vaativia seikkoja, joita kaapeloinnin toteutuksessa tulee huomioida.

Yleiskaapelointi on tehokas ja joustava tapa toteuttaa kiinteistön tietoliikennekaapelointi. Opinnäytetyössä on tarkasteltu lähiverkon suunnittelua kokonaisuutena, mutta myös keskitytty laboratorion eri osa-alueiden huomioonottamiseen.

# DESIGN OF LOCAL AREA NETWORK TO SAMK ENERGY LABORATORY

Viitasalo, Ville

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

May 2017

Supervisor: Ylinen, Marko

Number of pages: 31

Appendices: 3

Keywords: Electrical engineering, Local area network, General cabling

---

The purpose of this thesis is local network planning for the new Satakunta University of Applied Sciences located in the center of Pori and more specifically for the energy laboratory. The intention of the thesis was to design a local area network and to get familiar with the content and implementation of general cabling. The work focuses mainly on the implementation of the local area network of the laboratory, including topics related to the installation and inspection phases. Thesis also goes through the basics of the telecommunications network, the UPS system and the special attention to be paid to the implementation of cabling.

General cabling is a powerful and flexible way to implement telecommunication cabling for real estate. The work has examined the LAN as a whole, but also focused on taking into account the various aspects of the laboratory.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Työn tavoitteet .....	6
2	SAMK UUSI KAMPUS.....	7
2.1	Yleistä kampuksesta .....	7
2.2	Opetus uudessa kampuksessa .....	7
2.3	BYOD-malli.....	8
2.4	SAMK energialaboratorio .....	8
3	TELESUUNNITELMA.....	9
3.1	Lähtökohdat .....	9
3.2	Katutason suunnittelu .....	10
3.3	Parven suunnittelu .....	11
4	UPS VARMENNUS .....	15
4.1	UPS-järjestelmä SAMKin energialaboratoriossa .....	15
4.2	Eaton 5-sarjan UPS .....	15
4.3	UPS-järjestelmä yleisesti.....	16
4.4	UPS käyttökohteet.....	16
4.5	Akusto.....	17
5	YLEISKAPELOINTI .....	18
5.1	Tietoliikenne yleisesti.....	18
5.2	Yleiskaapelointi ja sen keskeinen sisältö .....	19
5.3	Yleiskaapeloinnin rakenne.....	20
5.4	Yleiskaapeloinnin standardit.....	21
5.4.1	EN 50173.....	21
5.4.2	EN 50174.....	21
6	LÄHIVERKON VIAT JA ASENNUSOHJEITA KAAPELEILLE .....	22
6.1	Parikaapeloinnin viat.....	22
6.2	Asennusohjeita jakamon ja loppukäyttäjän välisen kaapelin asennukseen .....	23
6.3	Käytäntö SAMKissa.....	25
7	YLEISKAPELOINNIN TESTAUKSET JA MITTAUSTULOKSET .....	25
7.1	Testaukset .....	25
7.2	Tulokset .....	26
8	LOPPUPOHDINTA.....	29
	LÄHTEET .....	30

## LIITTEET

- |         |                             |
|---------|-----------------------------|
| LIITE 1 | RJ45-liittimen asennusohje  |
| LIITE 2 | MP Bolagen pistorasiapylväs |
| LIITE 3 | Telepiirustukset            |

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella lähiverkko SAMKin uuden kampuksen energialaboratorioon. Suunnittelussa otettiin huomioon myös tulevaisuuden tarpeet miettiessä esimerkiksi telerasioiden määriä ja verkon toteutusta. Työssä pohdittiin sähkö-, automaatio- ja aurinkolaboratorioiden tarpeita yksittäisinä osioina ja tarkasteltiin mitä kukin osa-alue tarvitsee ollakseen ajan tasalla myös teknologian kehityessä.

Opinnäytetyö tehtiin SAMKin uuteen kampukseen, jonka rakentaminen aloitettiin vuonna 2015 ja jonka on tarkoitus valmistua keväällä 2017. SAMKin uusi kampus on pinta-alaltaan 19 200 neliömetriä ja opiskelijoita siellä tulee olemaan noin 3500.

Opinnäytetyö sisältää laboratorion katutason ja parven lähiverkkosuunnitelman. Työssä käydään myös läpi miten se on toteutettu ja miksi juuri näin.

## 1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli, että luodaan täysin uuteen energialaboratorioon lähiverkko, joka kestää suuren määrän verkkoon liitettäviä laitteita. Lähiverkon tulee täten kestää raskaita kuormia ja telerasioita tulee olla runsaasti nyt ja niitä tulee lisäksi asentaa myös varalle ottaen huomioon tulevaisuuden mahdolliset lisäämistarpeet. Tavoitteena oli luoda hyvät suunnitelmat ja niiden pohjalta toimiva kokonaisuus, joka kestää myös tekniikan kehittyessä ja on täten helposti muunneltavissa.

## 2 SAMK UUSI KAMPUS

### 2.1 Yleistä kampuksesta

Porin uusi kampus sijaitsee Asema-aukiolla aivan Porin keskustan liepeillä. Koy Porin Asema-aukio toimii kampuksen rakennuttajana ja rakentamistöistä vastaa NCC-rakennus. Kampuksen arkkitehtisuunnittelu on Arkkitehti Oy Asmalan käsialaa. Kampuksen yhteydessä toimii myös K-supermarket ja lisäksi apteekki. Opetus uusissa tiloissa aloitetaan syksyllä 2017 (SAMK www-sivut 2016)



**Kuva 1 SAMK kampus (Veera Korhonen)**

### 2.2 Opetus uudessa kampuksessa

Uudessa kampuksessa opetus ja tilat on suunniteltu muunneltaviksi. Videotykit on osittain korvattu kosketustauluilla ja yhdestä luokkahuoneesta saadaan helposti jaettua kaksi pienempää opetustilaa. Opiskelijoille tulee pakolliseksi oma kannettava laite. Opetus muuttuu radikaalisti perinteiseen verrattuna, sillä SAMKissa kehitetty Hill-konsepti otetaan käyttöön. Hill-konsepti on tekniikka, joka mahdollistaa opiskelijalle reaaliaikaisen opetustilanteen myös kotoa käsin. Opiskelija siis kuulee ja näkee luokassa tapahtuvat asiat ja voi osallistua myös kotoa käsin opetukseen. (SAMK www-sivut 2016)

## 2.3 BYOD-malli

Uudessa kampuksessa otetaan käyttöön BYOD eli Bring Your Own Device on tekniikka, jossa oppilaat tuovat omat kannettavat laitteensa ja käyttävät niillä koulun ohjelmia ja palveluita. Tämän myötä koulussa tullaan panostamaan tietoverkkoon yhä enemmän, sillä tämän tekniikan takia ei koulun tarvitse keskittyä omien päätelaitteiden ylläpitoon yhtä paljon kuin ennen. Koulussa tulee tietenkin olemaan myös omia tietokoneita, mutta määrä edelliseen verrattuna on pienentynyt huomattavasti. Perinteinen suljettu lähiverkko korvataan BYOD-mallissa verkolla, johon oppilaat liittävät sitten omat laitteensa. Ohjelmistot ja sisältö ovat pääosin selainpohjaisia ja tekniikka on toteutettu siten, että niitä voi käyttää millä tahansa laitteella.

BYOD ja pilvipalvelut ovat kytköksissä toisiinsa, sillä molemmissa pääpaino on net-tiselaimella. Verkon suojaus nousee tärkeään rooliin tämän myötä. Verkkotason suojaus on vaikeampi toteuttaa kuin perinteisessä lähiverkkomallissa. Palvelut on suojattava hyvin päästä päähän salauksella. Teknologian ollessa avointa, eivät käyttäjät ole enää niin lukittuja tiettyyn alustaratkaisuun. (Edu.fi www-sivut 2013)

## 2.4 SAMK energialaboratorio

Uuteen kampukseen tulee monipuolinen energialaboratorio. Laboratorio toimii kahdessa kerroksessa, jossa alemmassa ovat työtilat laboratoriotöitä varten ja parvella taas normaaleja tietokonepaikkoja ja työskentelytilaa esimerkiksi töistä tehtävien raporttien tekemiseen. Tila sisältää sähkö- ja automaatiotyöpisteet, sekä näiden lisäksi aurinkosähköjärjestelmän. Laboratorioiden sähköistys ja suunnittelu on toteutettu SAMKin opiskelijaprojektina.





**Kuva 2 SAMK energialaboratorio tyhjänä (Viitasalo, 2017)**

### 3 TELESUUNNITELMA

#### 3.1 Lähtökohdat

Suunnittelun lähtökohtana oli toteuttaa toimiva ja joustava lähiverkko täysin uuteen tilaan. Uuden tilan suunnittelussa oli omat edut sekä haittansa. Positiivista oli että pääsi toteuttamaan ajatuksiaan täysin tyhjään tilaan ja luomaan koko tilan ensimmäistä lähiverkkoa. Toisaalta taas koska tilassa ei ollut olemassa olevaa lähiverkkoa, piti suunnitelma rakentaa katsomatta mallia edellisestä toteutuksesta. Lähtökohtana oli tehdä tilasta joustava, mutta kuitenkin yksinkertainen. Kaapelina käytetään CAT6-kaapelia ja liitinrasiana ABB:n AUD50.NP ja siihen sopivaa liitintä, RJ45-Modul STP, Cat.6a, 10 Gbit/s. Parvi toteutetaan pistorasiapylväillä.

### 3.2 Katutasen suunnittelu

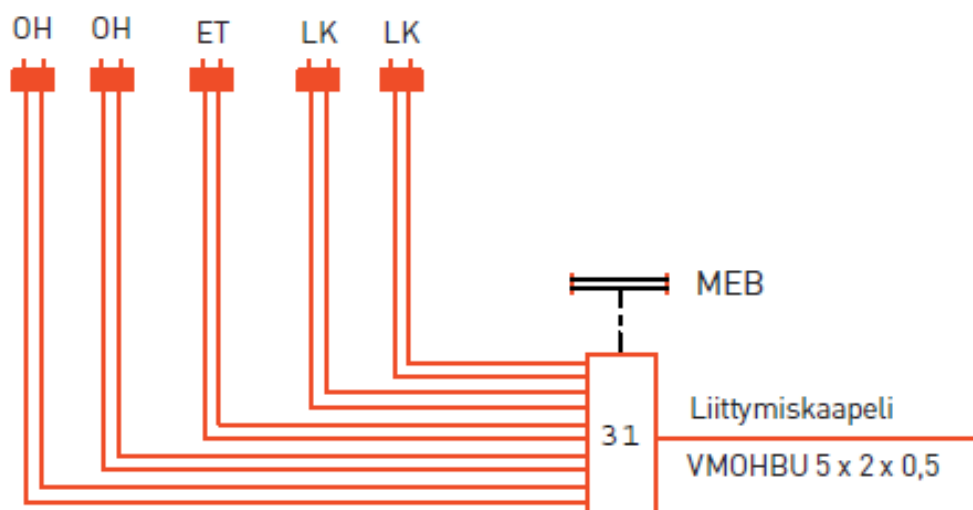
Laboratorion katutasossa sijaitsevat itse laboratoriotöihin tarvittavat työpisteet ja niihin liittyvät työkoneet. Telerasioita asennetaan jo valmiiksi riittävä määrä, mutta lisäksi paikkoja niille varataan tulevaisuutta ajatellen runsaasti. Telekaapelit vedetään laboratoriotilan nurkassa sijaitsevaan ATK-jakamoon. ATK-jakamossa sijaitsevaan rakkikaappiin tulee lisäksi ainakin UPS-järjestelmä sekä erityisesti kampuksille tarkoitettu verkkokytkin Brocade ICX750-48. Verkkokytkin käyttää Brocade Fabric teknologiaa, joka auttaa tehokkaan verkon luomisessa. (Brocade www-sivut 2017)

Televerkon numerointi on hoidettu alueittain, siten että tietyn alueen rasiat numeroidaan ensiksi alueen kirjaimella ja perään rasian numero. Esimerkiksi A1, A2. Tämä tuo selkeyttä suunnitelmalle. Rakkikaappiin on varattu aina yhdelle kirjaimelle yksi rivi, joka sisältää 24 paikkaa kaapeleille. Kuvaan 3 havainnollistettu miten kirjaimet sijoittuvat rakkikaappiin.



**Kuva 3 SAMK energialaboratorion rakkikaappi (Viitasalo, 2017)**

Alla havainnollistava kuva telerasioiden merkitsemisestä. Kuvassa esim. OH olisi kirjain A, ET kirjain B, LK kirjain C. Eri alueet on siis numeroitu eri kirjaimin suunnitelman selkeyttämiseksi. Numerointi toteutetaan telerasioiden määrien mukaan, mutta yhtä kirjainta kohden maksimissaan 24 telerasiaa. Kaapelit kulkevat samaan päätepisteeseen, joka on SAMKin energialaboratoriossa rakkikaappi.



**Kuva 4 Telekaapeliin liittymisen rakkikaappiin (Ensto www-sivut)**

### 3.3 Parven suunnittelu

Parvi päätettiin toteuttaa kokonaan pistorasiapylväillä. Pistorasiapylväät olivat yksinkertainen ja järkevin ratkaisu parvelle. Osaltaan valintaan vaikutti myös se, että kampuksella on käytetty muuallakin pistorasiapylväitä. Yhteensä niitä on koko rakennuksessa noin 200 kpl. Tolppina käytetään MP Bolagenin pistorasiapylväitä, joissa yhdessä tolpassa on 2x6 kpl Schuko ja 2x2 RJ 45, sekä 2 kpl syöttö.



**Kuva 5 SAMK energialaboratorion parvi (Viitasalo, 2017)**

Parvelle tulee yhteensä 14 kpl pistorasiapylväitä, joten telerasioita asennetaan yhteensä 28. Pylväät merkitään JK 1.11.1.1 - JK 1.11.1.14. Tolppien numerointi ja niissä olevat telerasiat on merkitty yksinkertaisesti sähkönsyöttökeskuksen ja sulakkeen mukaan. Pylväissä olevat pistorasiat merkitään esimerkiksi JK 1.11.1.1 F1.1 ja siinä olevat telerasiat M1-M2.



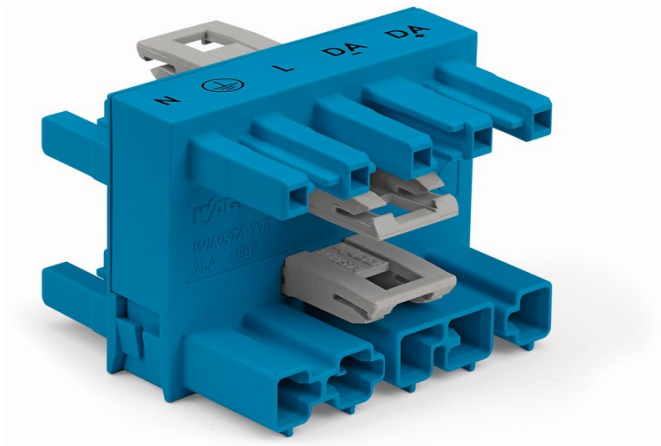


**Kuva 6 MP Bolagen pistorasiapylväs (Viitasalo, 2017)**

Jotta pylväisiin päästään helpoiten, käytetään 5-napaista WINSTA DALI pistoliitintä ja 5-napaista WINSTA DALI haaroitinta. Syöttö tulee samasta automaatista esim. JK 1.11.1.1 F1.1. Tämän lisäksi kiskossa on 4 kpl RJ-liitäntää. Kyseistä asennustapaa on käytetty myös muualla kampuksella.



**Kuva 7 WINSTA DALI Pistoliitin (sahkonumerot.fi www-sivut)**



**Kuva 8 WINSTA DALI Haaroitin (sahkonumerot.fi www-sivut)**



**Kuva 9 Pistorasiapylväs asennettuna laboratorion parvella (Viitasalo, 2017)**

## 4 UPS VARMENNUS

### 4.1 UPS-järjestelmä SAMKin energialaboratoriossa

Energialaboratoriossa UPS-laitteet asennetaan rakkikaappiin. Laitteena käytetään Eaton 5PX 3000 VA/2700 W TORNIRACK2U ja siihen kuuluvaa 5PX-sarjan lisäakustoa 5PX LISÄAKKU 3000 VA RT2U.

### 4.2 Eaton 5-sarjan UPS

Eaton 5-sarjan UPS laitteet edustavat ns. "Line-interactive" UPS:eja. Laitteet suojaavat hyvin yleisimmiltä sähköhäiriöiltä. Sarja soveltuu erinomaisesti pieneen yritys- ja ammattikäyttöön, sekä kodin arvokkaiden elektroniikkalaitteiden suojaksi. Yleisimpiä käyttökohteita ovat esimerkiksi PC:t, pienet palvelimet, valvontalaitteet ja viihdeelektroniikka. (sahkonumero.fi www-sivut)

5PX sisältää LCD-näytön. Näytöstä on helppo lukea esimerkiksi tilanne ja mittaus-tietoja. 5PX on ensimmäinen UPS-laite, joka pystyy mittaamaan energiankulutusta aina pistorasiatasolle asti. (Eaton 5PX UPS esite 2011)

5PX:n hyötysuhde voi nousta jopa 99-prosenttiin, sillä siinä on huippuunsa kehitetyt sähköiset ominaisuudet. IT-laitteiden suojaksi 5PX soveltuu erinomaisesti, sillä se suojaaa useampia palvelimia kuin monet muut UPS-laitteet samalla VA-teholuokituksella ja matalammilla tehokertoimilla. (Eaton 5PX UPS esite 2011)

Sarja soveltuu asennettavaksi tornimalliksi, sekä rakkiiin, kuten SAMKin energialaboratoriossa. 5PX käyttää ABM-tekniikka, joka on akunvarausmenetelmä, mikä maksimoi laitteiston luotettavuutta. ABM-menetelmässä akut lepäävät varausjaksojen välillä. Akkujen käyttöikä kasvaa huomattavasti ja samalla ylläpitokustannukset putoavat. (Eaton 5PX UPS esite 2011)

### 4.3 UPS-järjestelmä yleisesti

UPS (Uninterruptable Power Systems) on keskeytymättömän tehonsyötönjärjestelmä. UPS-laitteen idea on syöttää häiriötöntä ja katkeamatonta vaihtosähköä kriittisille kuormille. Sähkönsyöttöön UPS käyttää sähköverkon omaa energiaa aina kun sitä on saatavilla ja muulloin akustoon varastoitua energiaa. Järjestelmä muuntaa vaihtosähkön tasasähköksi ja tasasähkön vaihtosähköksi puolijohdesiltoja hyödyntäen. Vika- ja ylikuormatilanteita varten on myös automaattinen UPS-laitteen ohitustoiminto. Huoltoja suoritettaessa on tarpeen käyttää manuaalista ohitustoimintoa. ( ST 52.35.01 2010, 2)

### 4.4 UPS käyttökohteet

Yleisesti UPS-järjestelmää käytetään suojaamaan IT-laitteita ja muita sähkölaitteita sähköön liittyviltä ongelmilta. UPS-laitteistolla on kolme päätehtävää, jotka ovat:

- 1) UPS suojaa laitteita tyypillisiltä yli- ja alijännitteiden aiheuttamilta vaurioilta. Useat UPS-mallit lisäksi säätelevät jatkuvasti tulovirtaa, mahdollistaakseen laitteille laadukkaan sähkön.
- 2) UPS estää tietojen häviämisen sekä turmeltumisen. Sähkökatkon seurauksena monet laitteet kokevat äkkinäisen alasajon ja niiden kohteeksi joutuneet laitteet saattavat menettää osan tiedoistaan ilman UPSia. Sähkönhallintaohjelmiston kanssa UPS mahdollistaa järjestelmän hallitun alasajon automaattisesti.
- 3) Mahdollistaa verkkojen ja muiden sovellusten mahdollisimman korkean käytettävyyden ja estää palvelu - ja laiteseisokit. UPSeja voidaan lisäksi käyttää yhdessä generaattoreiden kanssa antamaan niille tarvittava määrä aikaa sähkönsyöttämiseen sähkökatkon sattuessa. (EATON UPS käsikirja 2012)



#### 4.5 Akusto

Akkuja käytetään varmistamaan katkotonta tehonsyöttöä tarvitsevien järjestelmien ja laitteiden sähkönsaanti silloin kun verkkosähköä ei ole saatavilla. Tyypillisiä käyttökohteita ovat esimerkiksi televerkon keskukset ja tukiasemat, voimalaitosten ja siirtoverkon järjestelmät sekä paloilmoitin-, merkki- ja turvavalaistuslaitteet. Akut voivat toimia myös verkkoon liitettynä energiavarastoina, jolloin niiden tehtävänä on ottaa energiaa talteen esimerkiksi aurinkojärjestelmästä ja luovuttaa sitä verkkoon esimerkiksi sähkökatkoksen sattuessa. Akuston käyttöikä voidaan pidentää huoltamalla sitä aktiivisesti ja sijoittamalla se tilaan, jossa on oikeat olosuhteet. Yleisin UPS-järjestelmissä käytetty akku on suljettu lyijyakku, joka soveltuu myös esimerkiksi aurinkoenergian sovelluksiin. ( ST 52.30.01 2016, 1)



**Kuva 10 Räkkikaappi, jossa alhaalla UPS-järjestelmä (Fagerroos, 2017)**

## 5 YLEISKAPELOINTI

### 5.1 Tietoliikenne yleisesti

Tietoliikenne on ottanut teknologian kehityksen myötä yhä kasvavaa roolia niin työpaikoilla kuin myös ihmisten vapaa-ajalla. Eri käyttökohteissa on erilaisia tietoliikennejärjestelmiä riippuen siitä, minkälainen käyttäjäkunta ja tarkoitus sillä on. Toimitiloissa tietoliikenne on vahvasti mukana yritysten jokapäiväisten rutiinien hoidossa ja että ylipäättään töiden suorittamisessa. Tietoliikennettä tarvitaan myös ihmisten ja järjestelmien turvallisuuden ylläpitoon. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 2.1)

Tietoliikennepalveluille on perustettava oma infrastruktuuri, jonka päälle palvelujen vaatimat tekniset järjestelmät ja sitä myötä myös palvelut rakennetaan ja toteutetaan. Infrastruktuuri muodostuu eri kokonaisuuksista, tiloista (esimerkiksi jakamot), johtoteihin liittyvät kaapeloinnit liitännäspisteineen ja itse johtotiet. Tietoliikennejärjestelmiin sisältyvät laitteet, joiden välistä tietoliikennettä varten kaapelointi on hoidettu. Verkkolaitteet hallitsevat liikennettä verkon sisällä johon käyttäjät liittyvät laitteillaan, esimerkiksi tietokoneilla. Palvelut toteutetaan niiden tarvitsemilla toimenpiteillä, joita ovat mm. liittymä- ja palvelusopimukset, ohjelmien asennukset ja laitteiden asetukset. Infrastruktuuri luo perustan sille, mitä palveluita ja järjestelmiä kiinteistössä voidaan hyödyntää, siksi se on hyvin keskeisessä roolissa palvelukokonaisuuksissa. Infrastruktuurilla on myös hyvin pysyvä rooli palvelukokonaisuudessa ja sen elinikä onkin verrattavissa jopa rakennuksen ikään. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät, 2.1)

Tietoliikennejärjestelmien laitteiden elinikä taasen on hyvin pieni verrattuna esimerkiksi kaapelointiin, johtuen teknologian kehityksestä ja markkinoiden tarjonnasta. Kaapelointi onkin siis tietoliikennejärjestelmien pitkäaikaisin elementti. Kaapeloinnin kustannukset ovat koko järjestelmän kustannuksista vain hyvin pieni osa, mutta sen rooli on sitäkin suurempi. Hyvin suunniteltu ja ammattitaitoisesti asennettu kaapelointi palvelee kiinteistöissä hyvinkin pitkään. Kaapeloinnin merkitys järjestelmälle tulee olemaan tulevaisuudessa vielä suuremmassa roolissa, kun järjestelmät integ-

roituvat samaan kaapelointiin. Tämä on seurausta ethernet- ja ip-tekniikan astumisesta yhä uusille perinteisten tekniikoiden alueille tai jopa niiden tilalle. Yhä useammat perinteiset erillistekniikat ja järjestelmät muuntautuvat lähiverkon sovelluksiksi ja tulevat hyödyntämään samaa kaapelointia eli yleiskaapelointia. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 2.1)

## 5.2 Yleiskaapelointi ja sen keskeinen sisältö

Yleiskaapelointi lähtee siitä ideasta, että rakennuksessa oleva tietoliikennekaapelointi on kiinteistölle olennainen ja tärkeä elementti, kuten esimerkiksi rakennuksen lämmitys ja sähköt. Yhteiskunnan käyttämät yleiset palvelut ovat yhä enemmän viestintä- ja tietoliikenneverkko riippuvaisia. Nämä verkot ja niiden sisältö ovat osa jokapäiväistä elämää. Tietoliikennekaapeloinnit ovat joko tiettyyn sovellukseen liitettäviä tai niistä riippumattomia. Sovelluskohtaisessa kaapeloinnissa kaapelointi tukee vain tiettyä sovellusta tai sovelluskantaa, esimerkiksi vanhat lähiverkot. Yleiskaapelointi taas ei riipu sovelluksesta ja se palvelee laajemmin kuin yhdelle sovellukselle suunnattu kaapelointi. Esimerkkejä yleiskaapeloinnista ovat erinäiset ilmoitin- ja valvontajärjestelmät. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 2.2)

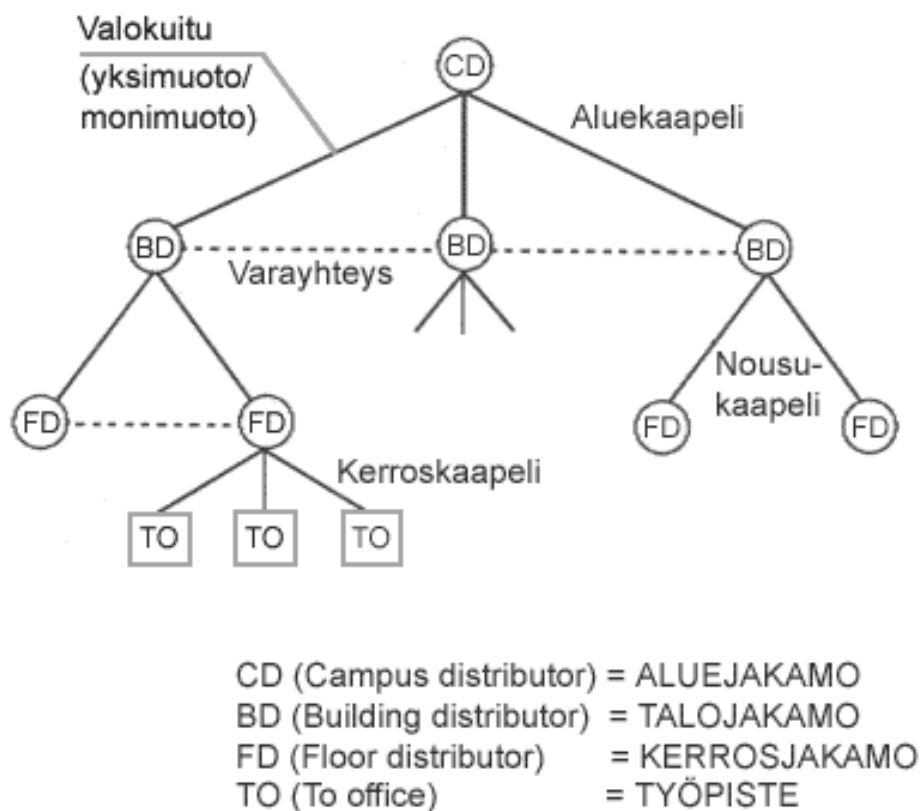
Yleiskaapeloinnin edut ja tärkeimmät elementit ovat:

- Sovelluksesta riippumaton tietoliikennekaapelointi, kaapelointi pystytään asentamaan rakennuksen valmistumisvaiheessa tai peruskorjauksen aikana.
- Kaapelointien vaatimat johtotiet ja tilat kuten jakamot ja laitehuoneet kyetään huomioimaan jo rakennussuunnitteluvaiheessa, vaikka yksityiskohtaiset tietoliikennetarpeet eivät vielä siinä vaiheessa olisi tiedossa.
- Joustava, taloudellinen ja helposti tarpeiden mukaan muunneltavissa oleva kaapelointijärjestelmä.
- Kaapeloinnissa käytettävät rakenneosat ovat standardisoituja, eli suorituskyky ja laatu on määritelty tarkkaan ja yhteensopivuus on taattu.
- Kaapelointijärjestelmä tukee jo olemassa olevia tietoliikennetekniikan järjestelmiä ja osia ja toimii myös pohjana näiden tuotekehitykselle. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 2.1)

### 5.3 Yleiskaapeloinnin rakenne

1. Aluekaapeloinnilla yhdistetään eri rakennusten talojakamot toisen rakennuksen aluejakamoon
  2. Nousukaapeloinnilla yhdistetään talojakamot kerrosjakamoihin
  3. Kerroskaapeloinnilla yhdistetään työpisteet kerrosjakamoihin
- (OAMK www-sivut 2013)

Tämä on laajan verkon periaate, pienemmissä kokonaisuuksissa ei välttämättä esiinny kaikkia kuvassa esiintyviä osioita, esimerkiksi aluejakamoa. Kuvassa 11 esitetty yleiskaapeloinnin periaatekuva.



**Kuva 11 Yleiskaapeloinnin periaatekuva (heikki.pp www-sivut 2015)**

## 5.4 Yleiskaapeloinnin standardit

### 5.4.1 EN 50173

Yleiskaapeloinnissa käytettävät rakenneosat ovat standardoituja, joten niiden suorituskyky ja muut ominaisuudet on tarkoin määritelty. Standardointi vaikuttaa myös järjestelmän suunnitteluun, laadunvalvontaan ja toteutukseen. Standardit kattavat koko prosessin suunnittelusta dokumentointiin. EN 50173-sarjan standardit ovat järjestelmästandardeja, jotka sisältävät kaapeloinnin rakenteen, rajapintojen, suorituskyvyn sekä komponenttien vaatimukset ja kaapeloinnin suunnittelun sekä toteutuksen. Nykyinen standardi 50173-1 on valmistunut vuonna 2002. EN-standardeja myy Suomen Sähköteknillinen Standardisointiyhdistys SESKO ry. (SESKO www-sivut, Tietotekniikka Yleiskaapelointijärjestelmät 2016)

Standardin 50173 sisältö on:

EN 50173-1: General requirements (Yleiset vaatimukset)

EN 50173-2: Office premises (Toimistotilat)

EN 50173-3: Industrial premises (Tehdastilat)

EN 50173-4: Homes (Kodit)

EN 50173-5: Data centres (Datakeskukset)

EN 50173-6: Distributed building services (Rakennusten hajautetut palvelut)

(SESKO www-sivut, Tietotekniikka Yleiskaapelointijärjestelmät 2016)

### 5.4.2 EN 50174

Standardisarja 50174 perehtyy tarkemmin yleiskaapeloinnin suunnitteluun, asennukseen ja ylläpitoon, sekä näiden eri toteutusmenetelmiin. EN 50174-sarja on standardinmukaisuuden tärkeydeltään verrattavissa EN 50173-sarjaan.

Standardin osa-alueet ovat:

EN 50174-1: Specification quality assurance (Spesifiointi ja laadunvarmistus), Standardi valmistui vuonna 2000.

EN 50174-2: Installation planning and practices inside buildings

(Asennuksen suunnittelu ja asennuskäytännöt rakennusten sisätiloissa), Standardi valmistui vuonna 2000.

EN 50174-3: Cable installation: Installation planning and practices outside buildings

(Asennuksen suunnittelu ja asennuskäytännöt rakennusten ulkopuolella) (SESKO www-sivut, Tietotekniikka Yleiskaapelointijärjestelmät 2016)

## 6 LÄHIVERKON VIAT JA ASENNUSOHJEITA KAAPELEILLE

Lähiverkon ongelmat voivat johtua monesta eri syystä. Syynä voi olla ohjelmisto- tai laitevika, väärin asennettu tai rikkinäinen kaapeli. Jos oma laitteisto on kuitenkin kunnossa, niin yleensä palveluntarjoajan verkossa on ongelmia.

### 6.1 Parikaapeloinnin viat

Jos vika paikannetaan parikaapelointiin, niin tyypillisiä ongelmia kaapeloinnissa on vaurioituneet kaapelit, esimerkiksi kytkentäkaapeli. Myös vaurioituneet tai irronnet liittimet voivat olla syynä aiheuttamaan vikoja. Vaurioitunut liitin näkyy yleensä silmämääräisesti, mutta jos liitin on kunnossa niin kannattaa vikaa lähteä etsimään kaapelista. Tiedonsiirtoon käytettävät kaapelit ovat hyvin herkkiä vahingoittumaan. Liiallinen puristuma tai mutka kaapelissa saattaa aiheuttaa jo lähiverkon toimimattomuutta. Kaapelien kanssa tulee olla varovainen asennus-vaiheesta lähtien. Parikaapelitestauslaitteilla pystytään paikantamaan vian sijainti. Jos kaapeli tai liitin on vaurioitunut, ne vaihdetaan uuteen. Rikkinäistä liitintä tai kiinteästi asennettua kaapelia ei voi korjata. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 10.3.1.2)

Kuvassa 12 verkkokaapelia on taiteltu melkoisesti, joka näkyy helposti mittauksissa. Kaapelille määriteltyä taivutussädettä ei saisi ylittää.



**Kuva 12 Taiteltu verkkokaapeli (Askala, 2017)**

## 6.2 Asennusohjeita jakamon ja loppukäyttäjän välisen kaapelin asennukseen

1. CAT6-kaapelin molemmat päät kytetään samalla tavalla ja mieluiten samoja liittimiä käyttäen.
2. Loppukäyttäjän päässä (=seinärasia) ei yleensä maadoiteta rasiaa koska se on muovia.
3. ATK-jakamot pitäisi maadoittaa, mielellään vielä ihan erillisellä KEVI-kaapelilla sähkökeskukseen tai maadoituskiskoon.
4. Ethernet -kaapelin max. pituus on 100m, joten ne sijaitsevat usein saman muuntajan / keskuksen alueella. Näin ollen potentiaalierot ovat pieniä.
5. Ethernet-kytkimissä on optiset eroitukset, datajohtimia potentiaalierot haittaavat. Maadoitus liittyy suoraan laitteen runkoon.



6. ATK-jakamoissa myös paneelit on maadoitettava, jotta kaapeli maadoittaa luotettavasti paneelin kautta.
7. Jotta mahdollisilta potentiaalieroilta vältetään viimeinen työasemaan tai päätelaitteeseen kytkettävä RJ45-kaapeli tulisi olla suojaamaton. Näin suojaus olisi loppupäästä "kelluva".
8. Pöytätyöasemissa on nykyään RJ45-liitin maadoitettuna, mutta joissain läppäreissä laturissa ei ole maadoitusta yhdistävää liitäntäjohtoa. Monissa muissa päätelaitteissa (kamerat, wlan-tukiasemat, yms.) saattaa olla liitin josta puuttuu maadoitus. (Peltomäki sähköposti 19.4.2017)



**Kuva 13 Kaapelin vetoa energialaboratoriossa (Viitasalo, 2017)**



### 6.3 Käytäntö SAMKissa

SAMKin kampuksella ARE on kytkenyt kaikki CAT6A-kaapelit suojatuilla liittimillä molemmista päistä. Täten käyttäjä voi sitten päättää miten kytkee kaapelin kytkimiin ja päätelaitteisiin. SAMKissa on kytketty kaikki kaapelit kytkimiin kiinni suojatuilla kaapeleilla mutta päätelaitteen päässä käytämme suojaamatonta kaapelia. Vain langattoman verkon tukiasemissa on käytetty suojattua kaapelia myös tukiaseman päässä. Aruban tukiasemissa ei kuitenkaan ole maadoitettua liittintä joten maadoitus jää "kellumaan" päätelaitteen päässä. (Peltomäki sähköposti 19.4.2017)

SAMKissa myös GSM/Virve-verkon antennikaapelit kulkevat kaapelihyllyillä ja täten osittain samoja reittejä CAT6A-kaapelien kanssa. Kerrosjakamot ovat maadoitettuna sähköverkkoon, mutta kerrosjakamoiden välillä on valokuidut joten ne eivät ole ATK-verkon kautta toisissaan maadoitettuna. (Peltomäki sähköposti 19.4.2017)

## 7 YLEISKAPELOINNIN TESTAUKSET JA MITTAUSTULOKSET

### 7.1 Testaukset

Yleiskaapeloinnissa testattavan kaapeloinnin pitää olla asennettu käyttövalmiiksi. Jakamoiden liitinyksiköiden ja palvelualueiden tietoliikennesiirteet tulee olla asennettu paikalleen täydellisinä, eli sisältäen myös keskiö- ja peitelevyt. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 9.2.4.2)

Asennettujen kaapelointien hyväksymistestaukset on suoritettava valmistajanohjeita noudattaen joko pysyvän siirtotien tai CP-siirtotien rajapinnoista pysyvän siirtotien liitäntäsovittimilla. Saadut testaustulokset tallennetaan mittaavaan laitteeseen tai laitteen tallennusvälineelle. Tulokset tulee siirtää tietokoneelle mahdollisimman pian testausten jälkeen. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 9.2.4.2)

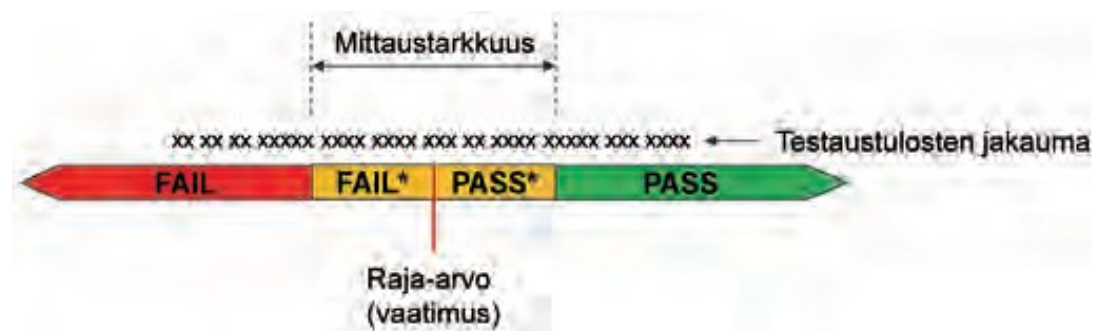
Mittausten lisäksi tehdään aistinvaraista tarkistusta koko työsuorituksen ajan. Aistinvarainen tarkistus tarkoittaa asentajan tekemää oman työnsä tarkastelua. Asentaja siis huolehtii työnsä aikana, että työ on tehty asianmukaisesti ja noudattaen vaatimuksia. (ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset 2012, 1.1.1)

## 7.2 Tulokset

Testauksesta saadaan aina testausraportti. Testausraportista näkee onko saatu tulos hyväksytty (PASS) vai hylätty (FAIL). Testausraportista käy ilmi myös siirtotien tulos kokonaisuudessaan. Rajatulos on mitattu arvo, jonka poikkeama määritellystä vaatimuksesta on enintään ilmoitetun mittaustarkkuuden suuruinen. Tällaiset tulokset ilmoitetaan tähtimerkillä (\*) lisättyinä: PASS\* tai FAIL\*. Parikaapeloinnin testauksen perusstandardin EN 61935-1 mukaan rajatulokset tulee merkitä tähtimerkillä(\*). Jos tähtimerkin ilmestyminen on poistettu asetuksista, niin tulos ei ole standardin mukainen. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 9.2.5)

Rajatuloksia on kahdenlaisia:

- Hyväksymisalueella oleva rajatulos, PASS\*
- Hylkäysalueella oleva rajatulos, FAIL\*



**Kuva 14 Rajatulosten määrittely (ST-Käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, kuva 9.5)**

Yleiskaapeloinnin standardissa EN 50174-1 on esitetty rajatulosten suhteen seuraavat vaihtoehdot:

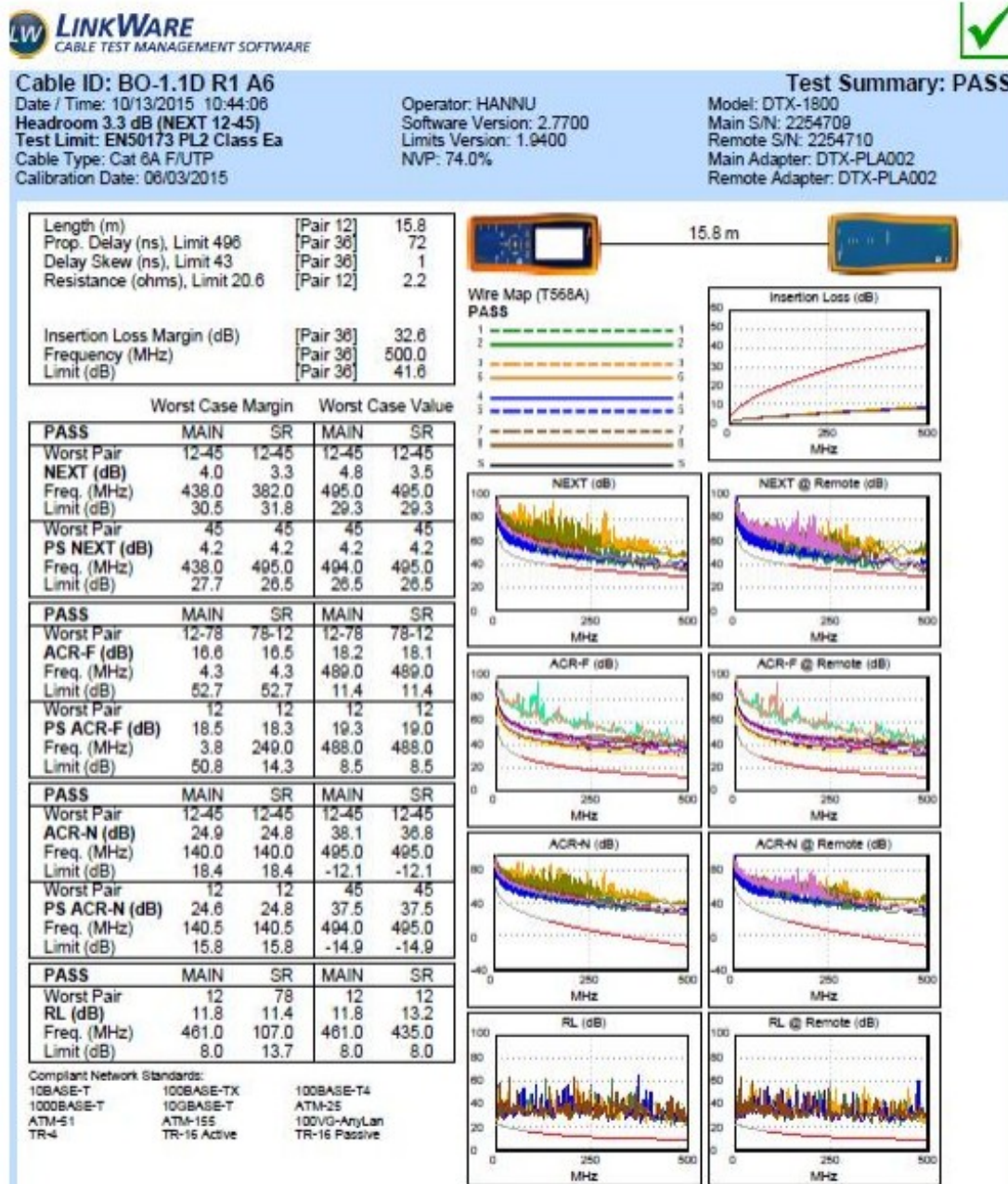
- PASS\*-tulokset hyväksytään, mutta FAIL\*-tuloksia ei hyväksytä. Tämä on suositus.
- PASS\* ja FAIL\*-tuloksia ei hyväksytä. Joten sovellettava PASS/FAIL-raja on testauslaitteen mittaustarkkuuden verran tiukempi kuin standardin määrittelevät arvot.
- PASS\* ja FAIL\*-tulokset hyväksytään. Sovellettava mittausraja on täten lievempi kuin sovitut raja-arvot. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 9.2.5)

Hylätyn arvon saaneet siirtotiet pitää korjata ja testata uudestaan. Tähdellä merkittyihin PASS-arvoihin tulee myös kiinnittää huomiota ja mahdollisesti korjata. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 9.2.5)

Parikaapeloinnin yleisimpiä FAIL-tulokseen johtaneita syitä ovat:

- Liiallisesti avattu parikierto pareja liitinyksiköihin kytkettäessä
- Johtimet on kytketty väärin liitinhahloihin tai johdin on irti liitinhahlost
- Vaurioitunut tai laadultaan riittämätön kaapeli/liitinyksikkö

Pituus ei ole itsessään kaapeloinnin hylkäysperuste. Liian pitkä kaapelointi tulee kuitenkin varmasti ilmi jossain sähköisessä mittauksessa FAIL-tuloksena. Standardin mukaisia pituussääntöjä tulee noudattaa suunnitteluvaiheesta lähtien. Siirtoteiden ja kanavien suoritusarvot perustuvat standardien noudattamiseen. On syytä käyttää esimerkiksi valokaapelia, jos ei ole varma riittääkö Ethernet-kaapelin sallittu pituus. (ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät 2014, 9.2.5)



Kuva 15 Yleiskaapeloinnin mittausraportti (Löf 2016, Liite 5)

## 8 LOPPUPOHDINTA

Ennen opinnäytetyön aloittamista aiheeseen piti perehtyä kunnolla. Lähdemateriaalia löytyi monipuolisesti Internetistä ja erityisesti ST-kortistoista. Mahdollisuus tehdä opinnäytetyö SAMKin energialaboratorioon osoittautui hyväksi ja hyödylliseksi tilaisuudeksi oppia lisää lähiverkoista ja yleiskaapeloinnista.

Yleiskaapelointi on vakiinnuttanut asemansa hyvänä, joustavana, pitkäikäisenä ja edullisena kaapelointiperiaatteena kiinteistöissä. Yleiskaapelointi on pääosin ollut toimitilojen tietoliikennekaapeloinnissa käytettävä periaate, mutta tulevaisuudessa yleiskaapeloinnin ajatusta tullaan soveltamaan yhä enemmän myös asuinkiinteistöissä.

Työssä käytiin läpi lähiverkon suunnittelun perusasioita yleisellä tasolla, UPS-järjestelmää osana lähiverkkoa ja asennustekniikkaa, sekä huomioitavia asioita yleiskaapeloinnissa. Työn tekeminen oli hyödyllinen ja mieluisa prosessi, sillä tietoni lähiverkosta ja yleiskaapeloinnista karttuivat runsaasti työn edetessä.

## LÄHTEET

Brocade www-sivut. ICX 7250 switch data sheet. 2017. San Jose. Brocade communications systems. Viitattu 6.5.2017. [www.brocade.com](http://www.brocade.com)

Eaton 5PX UPS-esite. 2011. Espoo. Eaton Corporation. Viitattu 15.4.2017.

Eaton UPS-käsikirja. 2012. Espoo. Eaton Corporation. 2012. Viitattu 17.4.2017

Edu.fi www-sivut. 2013. Oppilaat omilla laitteilla. Viitattu 1.4.2017.  
[http://www.edu.fi/valo\\_opas/ratkaisut\\_ja\\_niiden\\_rakentaminen/oppilaat\\_omilla\\_laitteilla](http://www.edu.fi/valo_opas/ratkaisut_ja_niiden_rakentaminen/oppilaat_omilla_laitteilla)

Heikki.pp www-sivut. 2015. Yleiskaapelointi. Viitattu 29.4.2017.  
<http://heikki.pp.fi/Ratol/www.ratol.fi/opensource/lahiverkot/fin/kaapelointi/yleiskaapelointi.html>

Löf, J. 2016. Käyttöönottotarkastukset käytännössä. AMK-opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu.

OAMK www-sivut. 2013. Tietoliikenneverkot. Viitattu 10.4.2017. [www.oamk.fi](http://www.oamk.fi)

Peltomäki S. Suojattu CAT6-kaapeli. Vastaanottaja: Ville.Viitasalo@student.samk.fi. Lähetetty 19.4.2017 klo 14.27. Viitattu 21.4.2017.

SAMK www-sivut. 2016. SAMK-kampus Pori taustatietoa. Viitattu 15.3.2017. [www.samk.fi](http://www.samk.fi).

SESKO www-sivut. 2016. Tietotekniikka yleiskaapelointijärjestelmät. Viitattu 2.5.2017. [www.sesko.fi/files/629/Tietotekniikka\\_Yleiskaapelointijärjestelmät.pdf](http://www.sesko.fi/files/629/Tietotekniikka_Yleiskaapelointijärjestelmät.pdf)

ST 52.30.01 Akkuhuoneet ja varaamotilat. 2016. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu 30.4.2017. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

ST 52.35.01 UPS-laitteet ja -järjestelmät. 2010. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu 28.4.2017. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

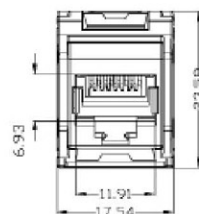
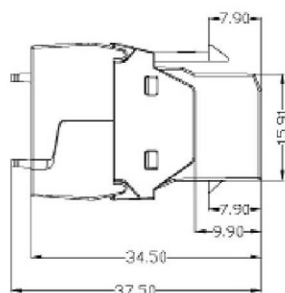
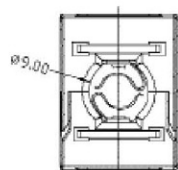
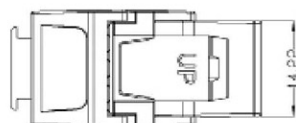
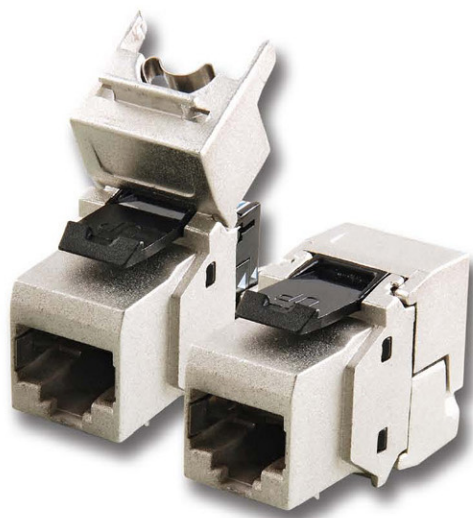
ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät. 2014. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu

ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset 2012. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkönumerot www-sivut. Haaroitin WINSTA DALI. Viitattu 23.4.2017.  
<http://www.sahkonumerot.fi/1923339/>

Sähkönumerot www-sivut. Pistoliitin WINSTA DALI. Viitattu 23.4.2017.  
<http://www.sahkonumerot.fi/1923405/>

Sähkönumerot www-sivut. UPS-laitteisto. Viitattu 15.4.2017  
<http://www.sahkonumerot.fi/8417275/>

**INFRALAN® OC45 Keystone Class E<sub>A</sub>****Product Details:**

- Screened Class E<sub>A</sub> Keystone Jack

**Approvals:**

- Screened Permanent Link Class E<sub>A</sub> by GHMT
- Screened Channel Link Class E<sub>A</sub> by GHMT
- Applicable Specifications:

*TIA/EIA-568-C.2 (2009-08)*  
*ISO/IEC 11801 AMD2 (2010-04)*  
*IEC 60603-7-51*  
*PoE+ IEEE802.3at*

**Electrical Specifications:**

- Insulation Resistance: > 500 MΩ
- Dielectric Withstand Volt: 100 V AC RMS 60 Hz
- Contact Resistance: < 20 mΩ
- Current Rating: 1.5A @ 68°F
- EMV-EN 50082-1; EN 55022

**Mechanical Specifications:**

- Plug Insertion Life: > 750 times plug in
- Temperature Range: -40°C ~ +66°C
- Contact Plating: 50μ" gold plated over contact area

**Packaging:**

- Each in poly bag, including instruction manual
- Included accessories: dust cover, copper foil, cable tie

RoHS  
compliant

Created MN	Date 29.10.09
Last rev. EP	Date 17.04.12

**INFRALAN® OC45**  
**Keystone Class E<sub>A</sub>**  
**E-20070**



File: E-20070\_ENG



**INFRALAN® OC45 Keystone Class E<sub>A</sub>**

Front

**INFRALAN®**  
**OC 45 KEYSTONE**  
**Class E<sub>A</sub>**  
**10Gbit**



**10G**

Complies with IEC60603-7-51



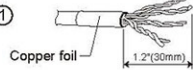
**E-20070**  
INFRALAN® OC 45  
Class E<sub>A</sub>

1 Stück

9903346

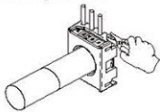


①



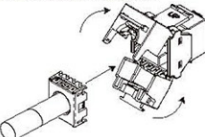
Strip off 1.2 inch of a cable jacket and fold braid back over it. Cut off aluminum foil for each pair, and use a supplied copper foil shield surrounding a cable.

②



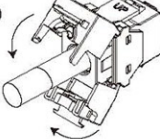
Insert a cable into the termination cap and fan out all four twisted pairs. Following the instruction of the color-coded wire position printed on the termination cap, position conductors into the slots and make sure the conductors are in the proper slot. Trim the ends of the conductors

③



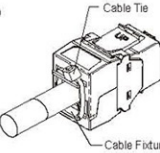
Install the termination cap to outlet, which will also allocate the conductors sitting on the slots.

④



Secure the hinged outlet by using a crimp tool until it completely snaps to effect the connection.

⑤



Fasten a cable tie wrap to secure the cable fixture place

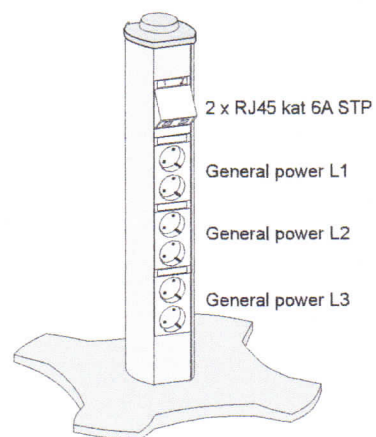
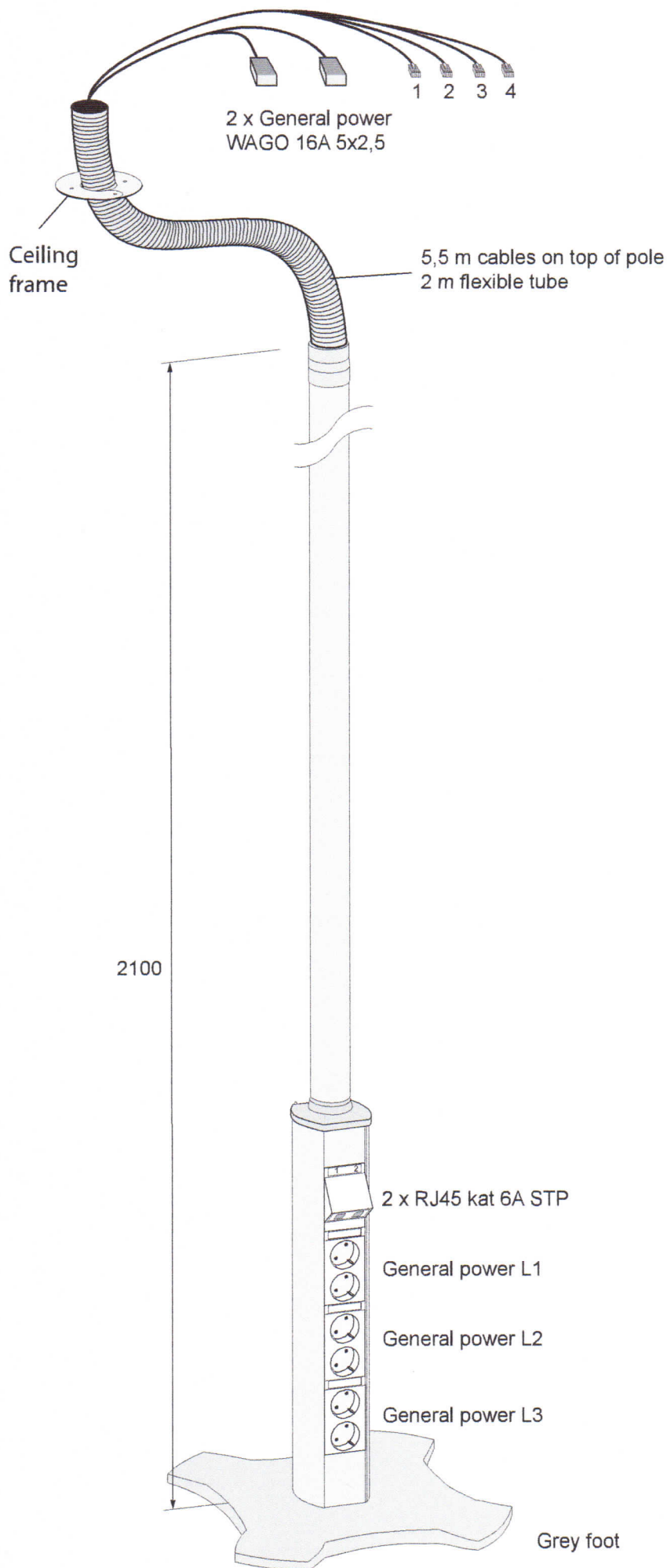
JACK PIN DESIGNATIONS		TIA / EIA T568A	TIA / EIA T568B
1		White/Green	White/Orange
2		Green	Orange
3		White/Orange	White/Green
6		Orange	Green
4		Blue	Blue
5		White/Blue	White/Blue
7		White/Brown	White/Brown
8		Brown	Brown

Back

Created MN	Date 29.10.09
Last rev. EP	Date 17.04.12

**INFRALAN® OC45**  
**Keystone Class E<sub>A</sub>**  
**E-20070**

File: E-20070\_ENG



**Back side**

**Signature for acceptance**

Date:

Signature

Printed name

Product:	MP-Duo, White	Ritn-nr: 19914
Object:		
Rev. nr: 1.1	Date: 16-11-25	Sign: ULB



CE 230V ~16 A

